第2章　ディジタル・マルチメータによる諸量の測定

2.1　目的

組み立てたディジタル・マルチメータ (DMM) を用いて、直流電圧、交流電圧、抵抗、および静電容量を測定し、誤差と確度範囲を習得する。

2.2　理論

2.2.1　誤差

誤差率 ε は被試験器の表示値 M(本器の読み値) から真の値 T(標準器の読み値) を差し引いた値と、真の値 T との比を 100 分率で表示する。

$$\epsilon = \frac{M-T}{T} \times 100 \quad (\%) \tag{2.1}$$

2.2.2　確度範囲

確度は一定の環境、測定条件下にて「測定器の表示値 (測定値) に対して一定の割合の±の%値 rdg(reading) と、一定の±のカウント数 dgt(digit) との和」で表示する。

2.3　方法

2.3.1　直流電圧測定

直流電圧測定の測定対象は、電池や装置の直流回路の電圧である。
測定手順は、

1. ファンクションスイッチを V=/～(デジタル・マルチメータ　組立・取扱説明書 5 ページ参照) に合わせる。
2. セレクトスイッチを押し、表示器左上に=(直流) を表示させる。
3. テストピンを測定対象に当て表示を読み取る。

となる。
測定上の注意

- 電圧測定は必ず測定対象 (電源など) と並列接続にする。

- 入力端子に 750V 以上の過電圧を加えても OL 表示をしないので注意する。
- 測定端子に+、−が逆極性の電圧で加わると− (マイナス) 付きの表示となる。
- オートレンジの場合はテストリード開放時に表示が変動しますが正常である。

2.3.2 交流電圧測定

交流電圧測定の測定対象は、電灯線の電圧や、小型トランスのタップ電圧などの正弦波交流電圧である。
測定手順は、

1. ファンクションスイッチを V=/∼(デジタル・マルチメータ　組立・取扱説明書 6 ページ参照) に合わせる。
2. セレクトスイッチを押し、表示器左上方に∼(交流) を表示させる。
3. テストピンを測定対象に当て表示を読み取る。

となる。
被測定物は

1. 単巻き変圧器 (トランス) の出力電圧を測定する。
2. テストピンを実験台のコンセントに接続し商用交流の電圧を読み取る。

とする。
測定上の注意

- 電圧測定は必ず測定対象 (電源など) と並列接続にする。
- 入力端子に 750V 以上の過電圧を加えても OL 表示をしないので注意する。
- 平均値動作式のため正弦波以外の波形の電圧では測定誤差を生じる。
- 周波数が 40∼400Hz の範囲内で確度は保証されまる。
- 0V 入力時に、AC4V レンジでは、3 カウント程度の数字が残るが正常である。
- マニュアルレンジで 400mV レンジに設定できますが確度は不確定である。

2.3.3 抵抗測定

抵抗測定の測定対象は、抵抗器や回路、回路部品の抵抗値測定である。
測定手順は、

1. ファンクションスイッチを Ω (デジタル・マルチメータ　組立・取扱説明書 7 ページ参照) に合わせる。
2. セレクトスイッチを押し表示器の右上に M Ωを表示させる。
3. テストピンを測定対象に当て表示を読み取る。

となる。
測定上の注意

- 電圧の加わっている部分の測定は出来ないばかりではなく危険である。
- テストピンに指を触れて測定すると誤差を生じる。
- テストピンに何も接続してない時には OL を表示する。
- 測定端子開放電圧は 0.4V である。従って、ダイオードやトランジスタのチェックは出来ない。

2.3.4 静電容量測定

静電容量測定の測定対象は、主にコンデンサで、その静電容量を測定する。
測定手順は、

1. ファンクションスイッチを ”静電容量 ”(デジタル・マルチメータ 組立・取扱説明書 8 ページ参照) に合わせます。
2. セレクトスイッチを押し表示を 00.00nF にします (表示器右上に“ REL”が表示される)。
3. テストピンをコンデンサの端子に当て、表示が安定してから測定値を読み取ります。

となる。
測定上の注意

- 安全上、コンデンサに充電された電荷は測定前に必ず放電させる。
- 静電容量測定ファンクションはオートレンジのみである。
- 静電容量が大きくなると測定時間が長くなる。
(例)10 μ F で 2〜4 秒、100 μ F で 13〜16 秒である。
- 有極性コンデンサ (+、－の有るコンデンサ) の測定では、コンデンサの+側が赤のテストピン (+側の測定端子) となるように接続する。

2.4 結果

測定では、同じ被測定物に対して 3 回以上測定し、平均値を求める。
誤差 ε は、式 2.1 の真の値 T を平均値に置き換えて求める。

2.4.1 直流電圧測定結果

直流電圧測定番号	直流電源電圧 V_{Ds}(V)	DMM による直流電圧 V_{Dx}(V)	平 均 値 V_{Dave}(V)	誤 差 ϵ_D(%)	確度範囲 V_{Dr}(V)

2.4.2　交流電圧測定結果

交流電圧 測定番号	交流電源電圧 V$_{As}$(V)	DMMによる 交流電圧V$_{Ax}$(V)	平　均　値 V_{Aave}(V)	誤　差 ϵ_A(%)	確度範囲 V$_{Ar}$(V)

2.4.3　抵抗測定結果

抵抗の 測定番号	カラー抵抗 $R_c(\Omega)$	DMMによる 抵抗 $R_x(\Omega)$	平　均　値 $R_{ave}(\Omega)$	誤　差 ϵ_R(%)	確度範囲 $R_r(\Omega)$

2.4.4　静電容量測定結果

静電容量 測定番号	カラー静電容量 $C_c(\mu F)$	DMMによる 静電容量 $C_x(\mu F)$	平　均　値 $C_{ave}(\mu F)$	誤　差 ϵ_C(%)	確度範囲 $C_r(\mu F)$

2.5　注意

2.5.1　誤差の計算例

式2.1の誤差を求めるときの真値Tとして、平均値を使用する。

平均値の求め方は、??ページ??-Bの「有効数字のそろえ方を平均値の計算に用いたときの例」を参照する。

2.5.2　確度の計算例

計算例

ある標準電圧(真の値)をPCTK(以下、PCTKを本器と言う)のAC400Vレンジで測定したとき、表示値が106.6Vであった場合の確度を調べる。

本器のAC400Vレンジの確度は±(1.5％rdg+5dgt)である。400Vレンジの場合の1dgtは0.1Vに相当しますから(±1.5％× 106.6V)十(±O.1V×5)一(±1.6V)十(±0・5V)=±2.1V、従って真の値は106.6V±2.1V=104.5〜108.7Vの範囲内に存在する(ただし、確度保証温度、湿度範囲以内であり、交流の場合は40〜400Hz以内の正弦波交流の時)。

この範囲内に真の値が含まれない場合は、本器の表示が規格から外れていることになる。

2.6　問題

抵抗の種類とコンデンサーの種類を調べよ。

2.7　実験装置・規格

2.7.1　直流電源

1.7.1-A　直流電源の表示名称と機能

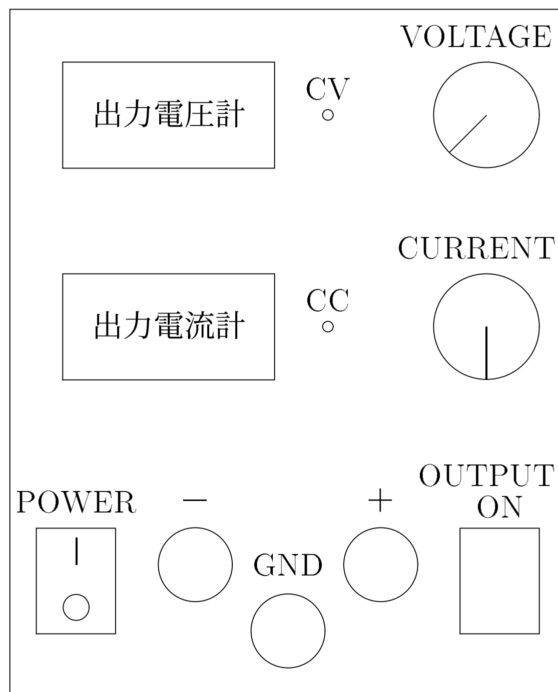


図 2.1: 直流電源

直流電源の表示名称と機能は、次のようである (図 2.1 参照)。

- POWER ： 電源スイッチ (○を押すと電源切、| を押すと電源入)
- − ： 出力端子
- ＋ ： 出力端子
- GND ： グランド端子
- VOLTAGE ： 電圧調整つまみ
- CURRENT ： 電流調整つまみ
- CV ： 動作モード表示ランプ (電圧調整用)
- CC ： 動作モード表示ランプ (電流調整用)
- OUTPUT ： 出力スイッチ

1.7.1-B 直流電源の使い方

直流電源の使い方は、

- 直流電源の出力端子 (＋と－) に何も接続しない。
- 電源入力コードを AC100(V) に接続して、電源スイッチ (POWER) を ON にする。
- 電流調整つまみ (CURRENT) を時計方向一杯に回転する。このとき、動作モード表示ランプ (電流調整用 CC) が消灯していることを確認する。
- 出力スイッチ (OUTPUT) を ON にし、電圧調整つまみ (VOLTAGE) を回して出力電圧を零 (V) にする。このとき、動作モード表示ランプ (電圧調整用 CV) が点灯していることを確認する。
- 出力スイッチ (OUTPUT) を OFF にし、負荷を接続 (結線を終了) する。
- 負荷を接続するときには、出力端子－とグランド端子 GND を付属の短絡バーで接続する。
- 再び出力スイッチ (OUTPUT) を ON にして測定する。
- 直流電源の出力スイッチ (OUTPUT) を OFF にするときは、電圧調整つまみ (VOLTAGE) を回して出力電圧を零 (V) にしてから操作すること。

となる。

2.7.2 JIS カラーコード の基準

定格値を表示するカラーコード の基準は、表 2.1 のとおりである。12 種類の色はそれぞれ 0 から 9 までの数字、10 の累乗、許容差および定格電圧である。

表 2.1: 色と数字の関係

色　名	数字	10 の累乗		許容差 (%)	定格電圧値
く　ろ	0	$10^0=$	1	±20	500
ちゃいろ	1	$10^1=$	10	±1	100
あ　か	2	$10^2=$	100	±2	200
だいだい	3	$10^3=$	1,000	±3	300
き	4	$10^4=$	10,000	±4	400
みどり	5	$10^5=$	100,000	±5	500
あ　お	6	$10^6=$	1,000,000	±6	600
むらさき	7	$10^7=$	10,000,000	±7	700
はいいろ	8	$10^8=$	100,000,000	±8	800
し　ろ	0	$10^9=$	1,000,000,000	±9	900
金　色		$10^{-1}=$	0.1	±5	1000
銀　色	—	$10^{-2}=$	0.01	±10	—
—		—	—	±20	500

2.7.3 固定抵抗器のカラーコード

固定抵抗器のカラーコードは

- 第 1 色帯はオームを単位とする定格抵抗値の第一数字である。
- 第 2 色帯はオームを単位とする定格抵抗値の第二数字である。
- 第三色帯は 10 の累乗である。
- 第四色帯は許容誤差である。

である (2.2 図参照)。

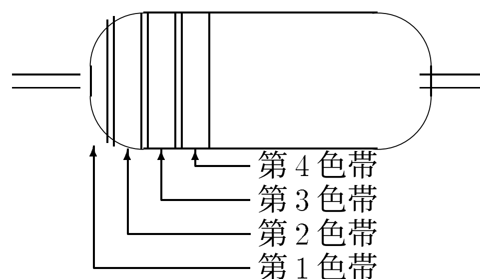


図 2.2: 固定抵抗器のカラーコード

固定抵抗器のカラーコード表示例 (2.3 図参照) で

- 第 1 色帯：だいだい
- 第 2 色帯：あか
- 第 3 色帯：ちゃいろ
- 第 4 色帯：金色

の場合は、抵抗値は $32 \times 10^1 [\Omega]$ で抵抗値許容誤差が ± 5 %となる。

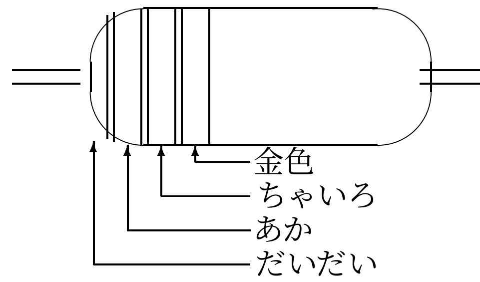


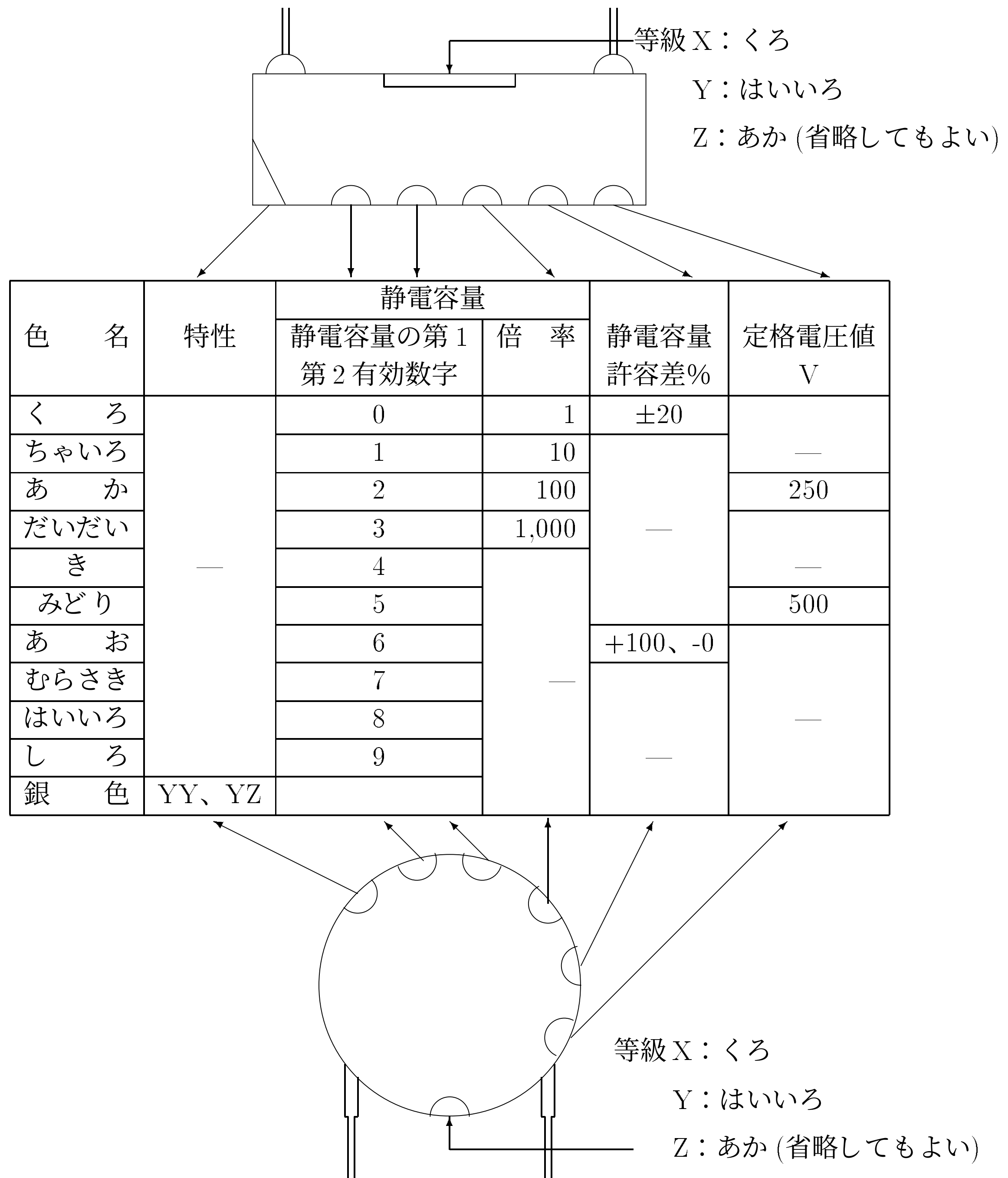
図 2.3: 固定抵抗器のカラーコード表示例

2.7.4 高誘電率磁器コンデンサのカラーコード

2.4 図は、高誘電率磁器コンデンサのカラーコードで、

- 静電容量 (第 1 有効数字、第 2 有効数字、倍率)
- 静電容量許容差

などを示し、静電容量の単位は pF である。



色　　名	特性	静電容量		静電容量許容差%	定格電圧値 V
		静電容量の第 1 第 2 有効数字	倍　率		
く　　ろ		0	1	±20	
ちゃいろ		1	10		—
あ　　か		2	100		250
だいだい		3	1,000	—	
き	—	4			—
みどり		5			500
あ　　お		6		+100、-0	
むらさき		7	—		
はいいろ		8			—
し　　ろ		9		—	
銀　　色	YY、YZ				

図 2.4: 高誘電率磁器コンデンサのカラーコード

2.7.5 温度補償用磁器コンデンサのカラーコード

2.5 図は、温度補償用磁器コンデンサのカラーコードで、

- 静電容量温度係数
- 静電容量 (第 1 有効数字、第 2 有効数字、倍率、
- 静電容量許容差

などを示し、静電容量の単位は pF である。

等級 X：くろ
Y：はいいろ
Z：あか (省略してもよい)

色名	静電容量温度係数 $\times 10^{-8}$/C	静電容量：静電容量の第1第2有効数字	静電容量：倍率	静電容量許容差：10pF 以下	静電容量許容差：10pF をこえるもの	定格電圧 V
くろ	0	0	1	±2.0pF	±20 %	—
ちゃいろ	-30	1	10		±1 %	—
あか	-80	2	100		±2 %	250
だいだい	-150	3	1,000	—		
き	-220	4			—	—
みどり	-330	5		±0.5pF	±5 %	500
あお	-470	6				
むらさき	-750	7	—	—	—	
はいいろ	-30	8	0.01	±0.025pF		—
しろ	一般用	9	0.1	±1.0pF	±10 %	
銀色	+100	—	—	—	—	

図 2.5: 温度補償用磁器コンデンサのカラーコード

2.7.6 マイカコンデンサのカラーコード

2.6 図は、温度補償用磁器コンデンサのカラーコードで、

- 静電容量温度係数
- 静電容量 (第 1 有効数字、第 2 有効数字、倍率)
- 静電容量許容差

などを示し、静電容量の単位は pF である。

色名	等級	特性	静電容量		静電容量許容差 (%)	定格電圧 V
			有効数字	乗数		
くろ	X	A	0	1	±20(M)	
ちゃいろ	—	B	1	10	—	—
あか	Z	C	2	100	±2(G)	
1-4 だいだい		D	3	1,000		300
き		E	4	10,000	—	—
みどり	—	F	5		±5(J)	500
あお			6			
むらさき			7			—
はいいろ	Y		8	—	—	
しろ			9			1,000
金色	—					
銀色			—		±10(K)	—

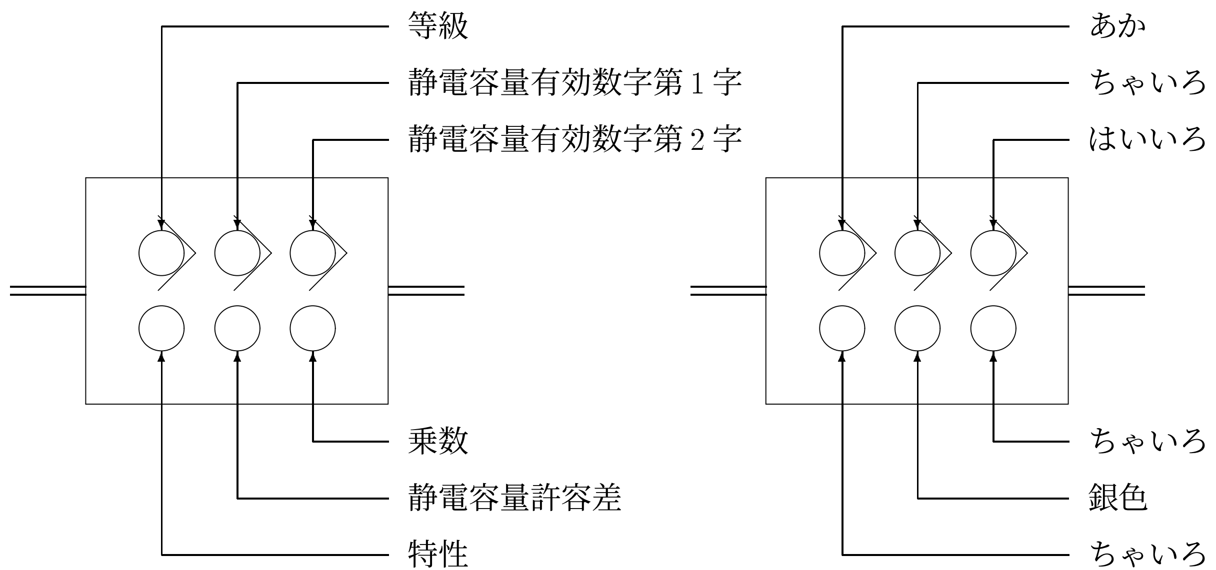


図 2.6: マイカコンデンサのカラーコード

マイカコンデンサのカラーコード表示 (2.6 参照) が

- 等級：あか
- 静電容量有効数字第 1 字：ちゃいろ
- 静電容量有効数字第 2 字：はいいろ
- 特性：ちゃいろ
- 静電容量許容差：銀色
- 乗数：ちゃいろ

のコンデンサは、

- 等級：Z
- 静電容量：180pF
- 特性：B
- 静電容量許容差：±10 %

の規格となる。